



Untersuchung zum Zustand des Fließgewässers des Kantons Freiburg

Begleitdokument Monitoring
2015

Obere Saane, Sionge,
Jaunbach, Serbache



ETAT DE FRIBOURG
STAAT FREIBURG

Service de l'environnement SEn
Amt für Umwelt AfU

Direction de l'aménagement, de l'environnement et des constructions **DAEC**
Raumplanungs-, Umwelt- und Baudirektion **RUBD**

Inhalt

1	Einleitung	3	5	Ergebnisse 2015	13
2	Rahmen und Ziele des Monitorings	4	5.1	Obere Saane	13
2.1	Allgemeines	4	5.2	Sionge	16
2.2	Programm 2015	4	5.3	Jaunbach	19
3	Datenblätter	6	5.4	Serbache	22
3.1	Präsentationsblatt Einzugsgebiet	6	6	Schlussfolgerung	25
3.2	Datenblatt pro Messstation	6	A1	Abkürzungsverzeichnis	27
4	Gesamtbilanz	9	A2	Bibliographie	28
4.1	Zielerreichung 2015	11			
4.2	Bilanz vorherige/aktuelle Kampagne	12			

1 Einleitung

Seit 1981 hat das Amt für Umwelt (AfU) den Zustand der Fliessgewässer pro Einzugsgebiet dreimal untersucht, um Kenntnisse über die Entwicklung der Qualität der Fliessgewässer zu erlangen und die Effizienz der im Laufe der Jahre ergriffenen Massnahmen zur Zustandsverbesserung zu beurteilen.

Die beiden ersten Kampagnenreihen erfolgten nach dem gleichen Prinzip (NOËL & FASEL, 1985); 2004 wurden im Rahmen der dritten Untersuchung einige Änderungen an der Methodik vorgenommen (ETEC, 2005). 2011 wurde ein neues Monitoring-Programm eingeführt (ETEC, 2011).

Die Obere Saane wurde bereits 1982 (Noël & Fasel, 1985), 1991 (nicht veröffentlicht) und 2009 (ETEC, 2010) untersucht.

Die Sionge war 1982 (Noël & Fasel, 1985), 1991 (nicht veröffentlicht) und 2008 (ETEC, 2009a) Gegenstand von Untersuchungen.

Der Jaunbach wurde 1982 (Noël & Fasel, 1985), 1993 (nicht veröffentlicht) und 2008 (ETEC, 2009b) untersucht.

Die Serbache war 1984 (Noël & Fasel, 1985), 1993 (nicht veröffentlicht) und 2008 (ETEC, 2009c) Gegenstand von Untersuchungen.

Das Ziel dieser Untersuchungen besteht darin, eine Bilanz der chemisch-physikalischen und biologischen Qualität der Fliessgewässer zu erstellen, ihre Entwicklung in Raum (flussauf- und flussabwärts) und Zeit zu messen und gegebenenfalls Korrekturmassnahmen vorzuschlagen, um den Zustand der Fliessgewässer zu verbessern.

Das vorliegende Begleitdokument legt den Rahmen und die Ziele des Monitorings 2015 fest, präsentiert das Programm 2015 und informiert über die Methodik. Es erklärt die Darstellungsarten in den pro Messstation erstellten Datenblättern und fasst die wichtigsten Ergebnisse zusammen.

2 Rahmen und Ziele des Monitorings

2.1 Allgemeines

Seit 2011 erfolgt, auf Grundlage der früher festgestellten Beeinträchtigungen, eine Auswahl der Messstationen. Ziel dieser Auswahl ist die Anzahl der Stationen zu verringern und diejenigen mit hoher Repräsentativität zu erhalten. Die biologischen Erhebungen (benthische Fauna und Kieselalgen) verteilten sich im Untersuchungsjahr auf zwei Kampagnen (eine im Frühling, eine im Herbst), die chemisch-physikalischen Parameter wurden monatlich gemessen.

Die Einzugsgebiete wurden in grössere geografische Einheiten zusammengefasst, um den Untersuchungszyklus auf sechs Jahre zu begrenzen und so die Einzugsgebiete regelmässiger und in kürzeren Abständen zu kontrollieren (möglichst optimale Bewirtschaftung der Fliessgewässer).

Zudem erfolgten Änderungen an der Methodik und zusätzliche Analysen: Anwendung der neuen Methode IBCH (Biologischer Index Schweiz) (STUCKI, 2010), chemisch-physikalische Qualität auf Grundlage von zwölf monatlichen Probenahmen, Pestizidanalysen, Kieselalgenuntersuchungen (zweimal jährlich, parallel zur benthischen Fauna), gemäss dem durch das AfU genehmigten Sonderprogramm.

Die vereinbarte Vorgehensweise und Methodik werden in der „[Note explicative du monitoring](#)“ (*Erläuterung zum Monitoring*) (ETEC, 2011) detailliert beschrieben.

Statt in Form eines „traditionellen“ Berichts werden die Ergebnisse seit 2011 in Form von Datenblättern veröffentlicht, die sowohl Informationen über das Einzugsgebiet als auch über die einzelnen Messstationen enthalten.

Das vorliegende Dokument liegt den Datenblättern bei. Es erklärt die zugrunde liegende Systematik und dient dem Verständnis der wichtigsten Punkte. Dieses Dokument erstellt zudem für jede Messstation eine allgemeine Bilanz der einzelnen Erhebungen, um festzustellen, ob die festgelegten Ziele erreicht wurden. Des Weiteren werden Vergleiche zu vorherigen Kampagnen gezogen.

Das Ziel des Vergleichs der vorherigen und der aktuellen Kampagne besteht darin, die wichtigsten Tendenzen (Verbesserung, Stabilität oder Verschlechterung) durch eine festgelegte Methode zu ermitteln, damit die weiteren Untersuchungen auf den gleichen Analysegrundlagen basieren. Der Gesamtüberblick kann auch weitergeführt werden.

Am Ende dieses Dokuments befinden sich zudem ein Abkürzungsverzeichnis sowie eine Bibliografie.

2.2 Programm 2015

Tabelle 1 zeigt das durch das AfU genehmigte Monitoring-Programm 2015.

Sämtliche vorgesehenen Entnahmen an den verschiedenen Messstationen konnten gemäss diesem Basisprogramm erfolgen.

Tabelle 1: Zusammenfassung des Monitoring-Programms 2015

Einzugsgebiete	Fließgewässer	Messstationen IBCH	Messstationen phys.-chem	Messstationen Kieselalgen	Anzahl Stationen IBCH	Anzahl Stationen phys.-chem.	Anzahl Stationen DI-CH
Haute Gruyère					30	19	9
RV							
Obere Saane							
	Saane (→ Broc)	201, 203, 208, 218	201, 208, 213, 218	201, 203, 213, -	5	4	4
	Honarin	219	-	-	1	1	0
	Marive	277	-	-	1	0	0
	Tana	221, 225, 227	221, 226	225	3	2	1
	Trême	256, 259	259	259	2	1	1
	Albeuve						
Sionge							
	Sionge	260, 263a, 264, 273	260, 264, 270, 273	262, 269, -	5	3	2
	Gérianoz	276	276	-	1	1	0
	B. Malessert				1	1	0
Jaunbach							
	Jaunabch	229, 233, 236, 242	229, 236, 243	239, -	4	2	1
	Klein Montbach	246	246	-	1	1	0
	Gross Montbach	252, 254	254	-	1	1	0
	Javro	248, 250	250	-	2	1	0
	Montélonbach				2	1	0
Serbache							
RXIII					5	5	1
	Serbache	701, 703	701, 703	701	2	2	1
	B. Medzelennes	-	700	-	0	1	0
	B. Hap	-	-	-	0	0	0
	B. Roches	709	-	-	1	0	0
	B. Bey	706	706	-	1	1	0
	B. Stoutz	708	708	-	1	1	0

Die chemisch-physikalischen und biologischen Entnahmen (benthische Fauna oder Kieselalgen) erfolgten nicht immer an den gleichen Standorten. Grund hierfür ist insbesondere die Zugänglichkeit für chemisch-physikalische Entnahmen. Die Messstation befindet sich im Allgemeinen etwas weiter flussaufwärts, am häufigsten in Höhe einer Brücke. Für die Probenahme der benthischen Fauna (IBCH) wurden bevorzugt natürlichere Messstationen bzw. Messstationen mit repräsentativeren Bedingungen aus methodischer Sicht erhalten. Wurde kein äusserer Einfluss zwischen den beiden Messstationen festgestellt, können die Ergebnisse einander gegenüber gestellt werden. Zur Vereinfachung wird dann nur der Code der biologischen Messstation im Datenblatt und den Übersichtsdokumenten aufgenommen. Diese Präzisierung erscheint im detaillierten Ergebnisblatt, Abschnitt „Description de la station“ (*Beschreibung der Messstation*). Für die hier relevanten Einzugsgebiete betrifft diese leichte geografische Verlagerung folgende Messstationen:

- > Im Bereich Obere Saane (Trême)
 - > SAR-TRE 225 (chemisch-physikalisch auf SAR-TRE 226, weiter flussabwärts);
- > Im Bereich Jaunbach (Klein Montbach)
 - > JO-PMO 242 (chemisch-physikalisch auf JO-PMO 243, weiter flussabwärts).

3 Datenblätter

3.1 Präsentationsblatt Einzugsgebiet

In einer Einführung jedes Einzugsgebietes werden die Ergebnisse pro Messstation präsentiert. Sie enthält folgende Informationen:

- > Ablauf der Messkampagnen;
- > Hauptmerkmale der Teileinzugsgebiete aus dem Hydrologischen Atlas der Schweiz;
- > Typologie der Fliessgewässer mit kartografischer Darstellung der Entnahmestellen;
- > Bestandsaufnahme des Einzugsgebiets (Übersicht über wichtigste Ergebnisse und Beeinträchtigungen);
- > Zusammenfassung der wichtigsten Verbesserungsvorschläge.

3.2 Datenblatt pro Messstation

Diese Datenblätter enthalten folgende Elemente und Angaben:

1. Beschreibung der Messstation und kartografische Darstellung;
2. Kenndaten der Messstation in Bezug auf vorherige und aktuelle Messkampagne (Frühling und Herbst separat); einige Informationen (Fotos, Substrate, Kolmationen, Algen, Ufervegetation, Morphologie) stammen aus Felderhebungen des Büros biol conseils (dem sich ETEC im Januar 2015 angeschlossen hat), andere (Ökomorphologie F, ARA-Daten) wurden durch das AfU bereitgestellt;
3. Beeinträchtigungen und Entwicklungen der Messstation; diese Angaben stammen in erster Linie aus Feldbeobachtungen der vorherigen und der aktuellen Messkampagne (Frühling und Herbst), aber auch aus Informationen des AfU;
4. Ergebnisse des Moduls „Äusserer Aspekt“ des Schweizer Modul-Stufen-Konzepts (MSK) (BINDERHEIM & GÖGEL, 2007) für die aktuelle Messkampagne (Frühling und Herbst separat), erstellt durch das Büro biol conseils; die drei Bewertungsklassen werden mithilfe von drei Farben dargestellt;
5. Biologische Qualität, auf Grundlage des IBGN – Indice Biologique Global Normalisé (*Biologischer Global Index*) (AFNOR 2004) für frühere Messkampagnen und des IBCH (STUCKI, 2010) gemäss Modul des Schweizer MSK für die aktuelle Messkampagne (Frühling und Herbst separat); da es sich bei IBGN und IBCH um sehr ähnliche Methoden handelt, sind ihre Ergebnisse vergleichbar (siehe ETEC, 2011); Angabe der Indikatorgruppe (IG) mit Erwähnung des Indikator-Taxons, der taxonomischen Vielfalt und der IBGN/IBCH-Benotung mit entsprechendem Farbcode (fünf identische Bewertungsklassen); die Untersuchungen erfolgten durch das Büro biol conseils, unterstützt durch das AfU bei der Feldarbeit;
6. Biologische Qualität, auf Grundlage des DI-CH (Diatomeen Index Schweiz), Modul des Schweizer MSK über Kieselalgen (HÜRLIMANN & NIEDERHAUSER, 2007), für die aktuelle Messkampagne (Frühling und Herbst separat), mit zwei zusätzlichen Indizes (Saprobie- und Trophieindizes); die drei Indizes werden mithilfe von fünf Farben dargestellt; mit dieser Untersuchung wurde das Büro PhycoEco (PhycoEco, 2016) beauftragt;
7. Fliessgeschwindigkeiten, chemisch-physikalische Qualität des Wassers, Pestizide und Schwermetalle (Entnahmen, Analysen und Datenverarbeitung erfolgten durch AfU):
 - > Fliessgeschwindigkeit, entsprechend dem arithmetischen Mittelwert der zwölf Messwerte (Salinomad);
 - > Chemisch-physikalische Parameter, gemäss Modul „Chemisch-physikalische Erhebungen, Nährstoffe“ des Schweizer MSK (LIECHTI, 2010), nämlich Schwebstoffe (SS), gelöster organischer Kohlenstoff (DOC), gesamter organischer Kohlenstoff (TOC), Ammonium (NH₄⁺), Nitrite (NO₂⁻), Nitrate (NO₃⁻), Ortho-Phosphate (PO₄³⁻) und Gesamtphosphor (Ptot); gemäss MSK-Methode werden jährlich zwölf Proben

genommen (Stichproben), dabei soll auf eine zufällige zeitliche Verteilung der Probenahmen (Uhrzeit, Tag, Woche) geachtet werden; die Werte in der Tabelle entsprechen dem 90. Perzentil dieser zwölf Proben¹; fünf Bewertungsklassen werden mithilfe von fünf Farben dargestellt, mit Ausnahme der SS, für die es keine Klasse gibt;

- > Für die 16 durch das AfU ausgewählten Pestizide (die bereits einer Beobachtung durch NAQUA unterliegen) erfolgten ebenfalls zwölf Probenahmen. Die Gesamtnote entspricht der Summe der Anzahl der festgestellten Pestizide (Werte ungleich null), wobei zu berücksichtigen ist, dass die Pestizide, die den gesetzlichen Schwellwert gemäss GSchV (0,1 µg/l) überschreiten, dreifach zählen. Der Höchstwert für die Zielerreichung ist 10 (siehe Dokument „Traitement des données pesticides – règle de calcul“, AfU, 2013); die Unterteilung in fünf Klassen erfolgt nach dem Modul „Chemisch-physikalische Erhebungen, Nährstoffe“; eine Methode für Pflanzenschutzmittel wird derzeit mit dem Modul „Ökotoxikologie“ erarbeitet (EAWAG, 2001);
- > Ab 2013 wurden 7 Schwermetalle (in gelöster Form) durch das AfU zur Quantifizierung ausgewählt: Blei (Pb), Kadmium (Cd), Chrom III und VI (Cr), Kupfer (Cu), Nickel (Ni), Quecksilber (Hg) und Zink (Zn). Da es keine offizielle Methodik gab, die eine globale Interpretation ermöglicht hätte, entwickelte das AfU eine auf ihre Robustheit getestete Bewertungsmethode: Die Ergebnisse werden für jede Substanz separat dargestellt. Dabei wird der Wert angesetzt, der durch Berechnung des 90. Perzentils erzielt wird, analog dazu, was für die mit der organischen Belastung verbundenen chemisch-physikalischen Parameter, gemäss Modul „Chemisch-physikalische Erhebungen, Nährstoffe“ des Schweizer MSK (LIECHTI, 2010), angewandt wird. Die Schwellenwerte der verschiedenen Klassen werden in Tabelle 2 dargestellt.

8. Übersichtstabelle der wichtigsten verfügbaren Indikatoren, mit Darstellung der Entwicklung zwischen der vorherigen und der aktuellen Messkampagne (siehe Tabelle 3); die Indikatoren sind wie Cursors über die fünf im MSK allgemein festgelegten Klassen verteilt und können in folgenden Fällen zwischen zwei Klassen platziert werden:

- > Ufervegetation (spärlich oder nicht);
- > IBCH (Jahresmittel aus zwei Messkampagnen);
- > DI-CH (Jahresmittel aus zwei Messkampagnen).

Gemäss MSK-Methode wird die Ökomorphologie in nur vier Klassen unterteilt. Die Information ist für vorherige Messkampagnen nicht immer verfügbar.

Es ist zu beachten, dass die chemisch-physikalischen Ergebnisse der vorherigen Messkampagne (vor 2011) auf einer jährlichen Probenahme über 24h basieren, während die der aktuellen Messkampagne auf zwölf Stichproben (siehe Punkt 7) beruhen;

- 9. Interpretation der biologischen, Kieselalgen-, chemisch-physikalischen, Pestizid- und Schwermetalluntersuchungen, Beeinträchtigungen und deren wahrscheinlichste Ursache;
- 10. Tabelle mit Verbesserungsvorschlägen, angesichts der Übersicht über Beeinträchtigungen und Entwicklungen (siehe Punkt 3);
- 11. Gesamtzustand der Messstation mit Ergebnissen der fünf MSK-Module: IBCH, DI-CH, chemisch-physikalisch, Ökomorphologie und äusserer Aspekt; diese Tabelle wird anhand der Synthesemethode der Beurteilungen auf Stufe F (flächendeckend) angepasst, die derzeit entwickelt wird und vorläufig veröffentlicht wurde (BAFU, 2010); die der Spezialisten-Ebene entsprechende Beurteilung ergibt sich aus dem „Worst-Case-Szenario“ (Berücksichtigung des am stärksten diskriminierenden Parameters); sie wird für die vorherige Messkampagne, die beiden aktuellen Kampagnen und für die Zusammenfassung der aktuellen Kampagne erwähnt; zu beachten ist, dass die Angaben zum äusseren Aspekt bei der vorherigen Kampagne nicht erfasst wurden.

¹ Bei den Messstationen SAR-HON 218 und SIO 260, bei denen nur 11 Entnahmen erfolgten (Monat Juli fehlt), basiert die Berechnung auf dem 80. Perzentil.

Tabelle 2: Durch das AfU entwickelte und ausgewählte Interpretationsklassen für Schwermetalle

Beurteilung	Blei (gelöst) [µg/L Pb]	Kadmium (gelöst) [µg/L Cd]	Chrom (III und VI) [µg/L Cr]	Kupfer (gelöst) [µg/L Cu]	Nickel (gelöst) [µg/L Ni]	Quecksilber (gelöst) [µg/L Hg]	Zink (gelöst) [µg/L Zn]
Sehr gut	bis <0.5	bis <0.025	bis <1.0	bis <1.0	bis <2.5	bis <0.005	bis <2.5
Gut	0.5 bis <1.0	0.025 bis <0.05	1.0 bis <2.0	1.0 bis <2.0	2.5 bis <5.0	0.005 bis <0.010	2.5 bis <5.0
Mässig	1.0 bis <1.5	0.05 bis <0.075	2.0 bis <3.0	2.0 bis <3.0	5.0 bis <7.5	0.010 bis <0.015	5.0 bis <7.5
Unbefriedigend	1.5 bis <2.0	0.075 bis <0.10	3.0 bis <4.0	3.0 bis <4.0	7.5 bis <10.0	0.015 bis <0.020	7.5 bis <10.0
Schlecht	2.0 und mehr	0.10 und mehr	4.0 und mehr	4.0 und mehr	10.0 und mehr	0.020 und mehr	10.0 und mehr
Grenzwert GschV	1	0.05	2	2	5	0.01	5

Tabelle 3: Beispiel einer Übersichtstabelle über die Hauptindikatoren, mit Darstellung der Situationsentwicklung zwischen vorheriger (Kreise) und aktueller Messkampagne (Quadrate)

Modul	Indikatoren					
Äusserer Aspekt	Kolmation (künstlichen oder unbekanntem Ursprungs) (vollständig, stark, mittel, leicht, keine)	Schlecht	Unbefriedigend	Mässig	Gut	Sehr gut
	Heterotropher Bewuchs (viel, mittel, wenig, vereinzelt, kein)	Schlecht	Unbefriedigend	Mässig	Gut	Sehr gut
	Feststoffe/Abfälle (sehr zahlreich, zahlreich, vereinzelt, sehr wenig, keine)	Schlecht	Unbefriedigend	Mässig	Gut	Sehr gut
Ökomorphologie	Ökomorphologie F	Schlecht	Unbefriedigend	Mässig	Gut	Sehr gut
	Ufervegetation (schlecht=fehlend, mittel=1 Ufer, sehr gut=2 Ufer)	Schlecht	Unbefriedigend	Mässig	Gut	Sehr gut
Makrozoobenthos	Note/Qualität IBCH	Schlecht	Unbefriedigend	Mässig	Gut	Sehr gut
Kieselalgen	DI-CH	Schlecht	Unbefriedigend	Mässig	Gut	Sehr gut
Chemisch-physikalische Qualität	Ammonium / N-NH ₄ ⁺	Schlecht	Unbefriedigend	Mässig	Gut	Sehr gut
	Nitrite / N-NO ₂ ⁻	Schlecht	Unbefriedigend	Mässig	Gut	Sehr gut
	Nitrate / N-NO ₃ ⁻	Schlecht	Unbefriedigend	Mässig	Gut	Sehr gut
	Orthophosphate / P-PO ₄ ³⁻	Schlecht	Unbefriedigend	Mässig	Gut	Sehr gut
	Gesamtphosphor / P _{tot}	Schlecht	Unbefriedigend	Mässig	Gut	Sehr gut
	DOC/TOC	Schlecht	Unbefriedigend	Mässig	Gut	Sehr gut
	Pestizide	Schlecht	Unbefriedigend	Mässig	Gut	Sehr gut



Situation zu Beginn der Beobachtung (2008)



Aktuelle Situation (2015)

4 Gesamtbilanz

Die Methode für die in vorliegendem Dokument erstellte Gesamtbilanz wird auch für die Monitorings der kommenden Jahre angewandt. Sie beruht auf festgelegten Vorgehensweisen und Grundlagen, die im folgenden Kapitel erklärt werden (Erläuterungen in Form von kleinen Farbtabelle(n)).

Hinweis

Zur Erinnerung: Der Vergleich der Kampagne 2015 und der zuletzt erfolgten Kampagne erfolgt anhand von Ergebnissen, die durch teilweise unterschiedliche Methoden erzielt wurden, insbesondere:

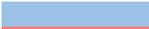
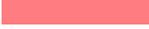
- > IBGN 2008 und 2009 gegenüber IBCH 2015 (die Ergebnisse sind nicht oder kaum beeinflusst);
- > Chemisch-physikalisch; zwölf Stichproben wurden im gesamten Jahr 2015 genommen, anschliessend Berechnung des 90. Perzentils, während zuvor nur eine Durchschnittsprobe über 24 h genommen wurde; die Ergebnisse können folglich verzerrt sein.

Daher dürfen nur vorsichtige Schlussfolgerungen aus diesen Vergleichen gezogen werden. Auch wenn diese Interpretationen auf festgelegten Regeln beruhen, stellen sie dennoch eher eine „Expertenmeinung“ als eine statistische Analyse dar. Das Ziel besteht darin, einfach zu verstehende Angaben und Tendenzen zu vermitteln.

Es sei auch darauf hingewiesen, dass sich die Messstationen zwischen den beiden Kampagnen nicht immer an den gleichen Standorten befinden. Tabelle 4 zeigt die Übereinstimmung der Messstationen, um die vergleichbaren Ergebnisse einander gegenüber stellen zu können, selbst wenn diese nicht unbedingt an den gleichen Orten erzielt wurden.

Tabelle 4: Übereinstimmung zwischen den IBCH-, Kieselalgen- und chemisch-physikalischen Messstationen der vorherigen (2008/2009) und der aktuellen Kampagne (2015) mit Nachweis darüber, ob die benachbarten Messstationen erhalten wurden oder nicht

2015			2009		Bemerkungen / Rechtfertigung
IBCH	Kieselalgen	chem.-phys.	chem.-phys.		
Haute Sarine					
SAR 201	SAR 201	SAR 201	SAR 201		
SAR-HON 218		SAR-HON 218	SAR-HON 218		
SAR 203	SAR 203				
SAR-MAR 219					
SAR-TAN 277					
SAR 208		SAR 208	SAR 208		
SAR 213	SAR 213	SAR 213	SAR 213		
SAR-TRE 221		SAR-TRE 221	SAR-TRE 221		
SAR-TRE 225	SAR-TRE 225	SAR-TRE 226	SAR-TRE 226	Stationen genügend nahe, chemisch-physikalische Parameter homogen	
TRE-ALB 256					
TRE-ALB 259	TRE-ALB 259	TRE-ALB 259	TRE-ALB 259		
SAR-TRE 227					
SAR 216	SAR 216	SAR 216	SAR 216		
2015			2008		Bemerkungen / Rechtfertigung
IBCH	Kieselalgen	chem.-phys.	chem.-phys.		
Sionge					
SIO 260	SIO 262	SIO 260	SIO 260	Milieu und Abflussregime von 262 (Kanal) nicht vergleichbar mit 260	
	SIO 262				
SIO 263a	SIO 262			Milieu und Abflussregime von 262 (Kanal) nicht vergleichbar mit 263a	
SIO 264		SIO 264	SIO 264		
SIO 269	SIO 269		SIO 267b	Stationen genügend nahe, allfällige Einflüsse dazwischen schwach	
SIO 270		SIO 270	SIO 270		
SIO-GE 273		SIO-GE 273	SIO-GE 273		
SIO-MA 276		SIO-MA 276	SIO-MA 276		
2015			2008		Bemerkungen / Rechtfertigung
IBCH	Kieselalgen	chem.-phys.	chem.-phys.		
Jaunbach					
JO 229		JO 229	JO 229		
JO 233					
JO-PMO 242		JO-PMO 243	JO-PMO 243	Stationen sehr nahe, keine Einflüsse dazwischen	
JO-GMO 246		JO-GMO 246	JO-GMO 246		
JO 236		JO 236	JO 237	Stationen genügend nahe, keine Einflüsse dazwischen	
JO-JA 252			JO-JA 251	Stationen genügend nahe, keine Einflüsse dazwischen	
JO-JA 254		JO-JA 254	JO-JA 254		
JO-MO 248			JO-MO 247	Stationen genügend nahe, keine Einflüsse dazwischen	
JO-MO 250		JO-MO 250	JO-MO 250		
JO 239	JO 239		JO 239		
2015			2008		Bemerkungen / Rechtfertigung
IBCH	Kieselalgen	chem.-phys.	chem.-phys.		
Serbache					
		SER-ME 700	SE-ME 700		
SE-RO 709					
SE 701	SE 701	SE 701	SE 701		
SE-BEY 706		SE-BEY 706	SE-BEY 705	Stationen sehr nahe, allfällige Einflüsse dazwischen schwach	
SE-ST 708		SE-ST 708	SE-ST 707	Stationen sehr nahe, allfällige Einflüsse dazwischen schwach	
SE 703		SE 703	SE 703		

 Für den Vergleich zulässig
 Für den Vergleich unzulässig

4.1 Zielerreichung 2015

Der Schwerpunkt liegt auf den nicht erreichten Zielen. Ergebnisse in den Kategorien „sehr gut“ und „gut“ wurden weder in der Analyse noch in den Berechnungen berücksichtigt, ausser für die Benotungen in den Bereichen „Äusserer Aspekt“ und „Chemisch-physikalisch“. Für diese Bereiche wurden eine Auswahl von verschmutzungstypischen Anzeichen (4 bzw. 6) hinzugefügt, damit bei der Berechnung der Durchschnittsnote jeder Bereich gleich gewichtet wird.

Schliesslich kann eine Situation nur dann zufriedenstellend sein, wenn alle analysierten Parameter die gesetzlich festgelegten Ziele erreichen. Die Herabstufungen werden gemäss MSK benotet: Je höher die Noten sind, desto stärker ist die Herabstufung (mittel = 1, unbefriedigend = 2, schlecht = 3). Dabei kommen die Farbcodes der verschiedenen Module wieder zum Einsatz (mittel = gelb, unbefriedigend = orange, schlecht = rot). Gelegentlich werden bei Berechnungen Zwischenklassen und -farben zugeordnet (mittel/fast gut in blassgrün, mittel/fast unbefriedigend in blassorange).

Das Berechnungsprinzip wurde für jede Parametergruppe angepasst:

- > Für die Biologie (IBCH/DI-CH) werden die Ergebnisse der beiden Kampagnen berücksichtigt und anhand folgender Regel eine Punktzahl ermittelt:

IBCH/DI-CH	
0.5	1 mässiger Index
1.0	2 mässige Indizes
1.5	1 mässiger + 1 unbefriedigender Index
2.0	2 unbefriedigende Indizes
2.5	1 unbefriedigender + 1 schlechter Index
3.0	2 schlechte Indizes

- > Äusserer Aspekt: Nur die vier repräsentativsten Parameter einer organischen Verschmutzung werden berücksichtigt (heterotropher Bewuchs, Eisensulfidflecken, Geruch, Feststoffe/Abfälle); der künstliche Ursprung einiger Kriterien ist nicht einfach zu belegen, wie z. B. Auftreten von Schlamm (auch verbunden mit der Entwicklung der aquatischen Vegetation oder Streuablagerungen) oder Schaum (der auch natürlichen Ursprungs sein kann), Farbe (die Flüsse im Kanton Freiburg haben oft eine leicht gelbliche Färbung) oder auch Trübung. Die Kolmation hängt stark von der Morphologie des Fliessgewässers ab. Diese physikalischen Angaben werden in der allgemeinen Bilanz nicht berücksichtigt; jeder Parameter wird gemäss unten stehender Regel betrachtet, dann wird ein Mittelwert aller vier Parameter berechnet; der erzielte Mittelwert (der somit auch die guten Ergebnisse enthält) wird anschliessend auf halbe Punktwerte aufgerundet, um die Berechnung zugunsten der nicht erreichten Ziele auszugleichen.

Äusserer Aspekt	
0.5	1 Bewertung in gelb
1.0	2 Bewertungen in gelb
1.5	1 Bewertung in rot
2.0	1 Bewertung in gelb + 1 in rot
3.0	2 Bewertungen in rot

- > Chemisch-physikalisch und Pestizide: Die fünf wichtigsten Parameter zur Charakterisierung einer organischen Verschmutzung werden betrachtet (dabei werden Redundanzen wie DOC/TOC oder PO_4/P_{total} bereinigt) und die Noten anhand nachstehenden Prinzips vergeben. Dann wird ein gewichteter Mittelwert aller Parameterbewertungen (DOC , $NH_4 \times 2$, $NO_2 \times 2$, NO_3 , $PO_4 \times 2$, Pestizide $\times 2$) gebildet; dabei werden Ammonium und Nitrite (toxisch insbesondere für die Fische), Ortho-Phosphate (die sehr stark zur Eutrophierung des Wassers beitragen) und Pestizide stärker gewichtet; der erzielte Mittelwert aus den sechs Parametern (der hier somit die guten Ergebnisse der gewählten Parameter enthält) wird anschliessend auf halbe Punktwerte aufgerundet, um die Berechnung zugunsten der nicht erreichten Ziele auszugleichen.
- > Die Schwermetalle flossen nicht in die Berechnung der Note ein, weshalb die Gesamtqualität des Umfelds zusammenfassend bewertet werden kann. Da Herkunft und Toxizität der Schwermetalle nicht klar festgelegt wurden, würde ihre Berücksichtigung zu einer Verzerrung der bewussten Parameterauswahl für diese

Berechnung führen. In einem Fall (Einfügung eines Mittelwerts) erzielt man eine „Nivellierung“ der Note; addiert man hingegen die Überschreitungen, hat dies eine Verschlechterung der Diagnose zur Folge, die dann möglicherweise nicht länger fundiert ist. Die Ergebnisse werden also nur in den Datenblättern der Messstationen dargestellt, jedoch nicht in der Gesamtbilanz berücksichtigt.

Physikalisch-chemisch

1.0	mässig
2.0	unbefriedigend
3.0	schlecht
2.0	2xmässig
4.0	2xunbefriedigend
6.0	2xschlecht

Die Gesamtbewertung der Messstation erfolgt durch die Berechnung des Mittelwerts der verfügbaren Parameternoten (zur Erinnerung: nicht alle Parameter werden an den Messstationen erfasst). Beeinflusst eine (während der Messkampagne oder im Vorjahr) festgestellte Verschmutzung die Qualität eines Gewässerabschnitts, wird 1 Punkt („Strafpunkt“) zum erzielten Mittelwert der Messstation addiert, die sich am nächsten flussabwärts der Verschmutzung befindet. Der erzielte Mittelwert wird anschliessend auf halbe Punktwerte aufgerundet. Die Messstationen werden schliesslich in fünf Hauptklassen unterteilt:

Gesamtnote

0	erreicht
0.5	fast erreicht
1	nicht erreicht
1,5 und 2	nicht erreicht
2.5 und 3	nicht erreicht

4.2 Bilanz vorherige/aktuelle Kampagne

Nur die Messstationen, die Ergebnisse für die vorherige und die aktuelle Messkampagne vorweisen können, werden verglichen. Der Vergleich basiert auf der Übersichtstabelle, die die Entwicklung der betroffenen Messstation zeigt (siehe Tabelle 3).

Bei den verwendeten Parametern für diesen Vergleich handelt es sich um diejenigen, die für beide Kampagnen vorliegen, d.h.: für die biologischen Erhebungen IBCH (IBGN für die vorherige Kampagne) und für die chemisch-physikalischen Erhebungen DOC, NH₄, NO₂, NO₃, PO₄.

Bei den biologischen Erhebungen lässt sich ein Klassenunterschied zwischen den beiden Jahren feststellen (theoretisch -4 bis +4, meist jedoch um ± 1). Bei den chemisch-physikalischen Erhebungen wurden die Klassenunterschiede der fünf Parameter addiert oder subtrahiert je nach festgestellter Verbesserung oder Verschlechterung; die erhaltene Note wurde anschliessend durch fünf geteilt (Mittelwert der Unterschiede).

Die Schlussbewertungen in Kommentarform unter der Tabelle werden gemäss folgenden Regeln in Form von kleinen Tabellen formuliert:

- > Status quo: gleiche Qualitätsklasse (keine Veränderung);
- > leichte Zunahme/leichte Abnahme: Unterschied geringer als eine Qualitätsklasse;
- > Verbesserung/Verschlechterung: Unterschied gleich oder höher als eine Qualitätsklasse.

Skala für die Bilanz

Note ≥ -1	Verschlechterung
-1 > Note > 0	leichte Abnahme
Note = 0	Status quo
0 > Note > 1	leichte Zunahme
Note ≥ 1	Verbesserung

5 Ergebnisse 2015

5.1 Obere Saane

Zur Erinnerung: 13 Messstationen wurden auf IBCH untersucht, bei 6 wurden Kieselalgen entnommen und 8 wurden aus chemisch-physikalischer Sicht überprüft.

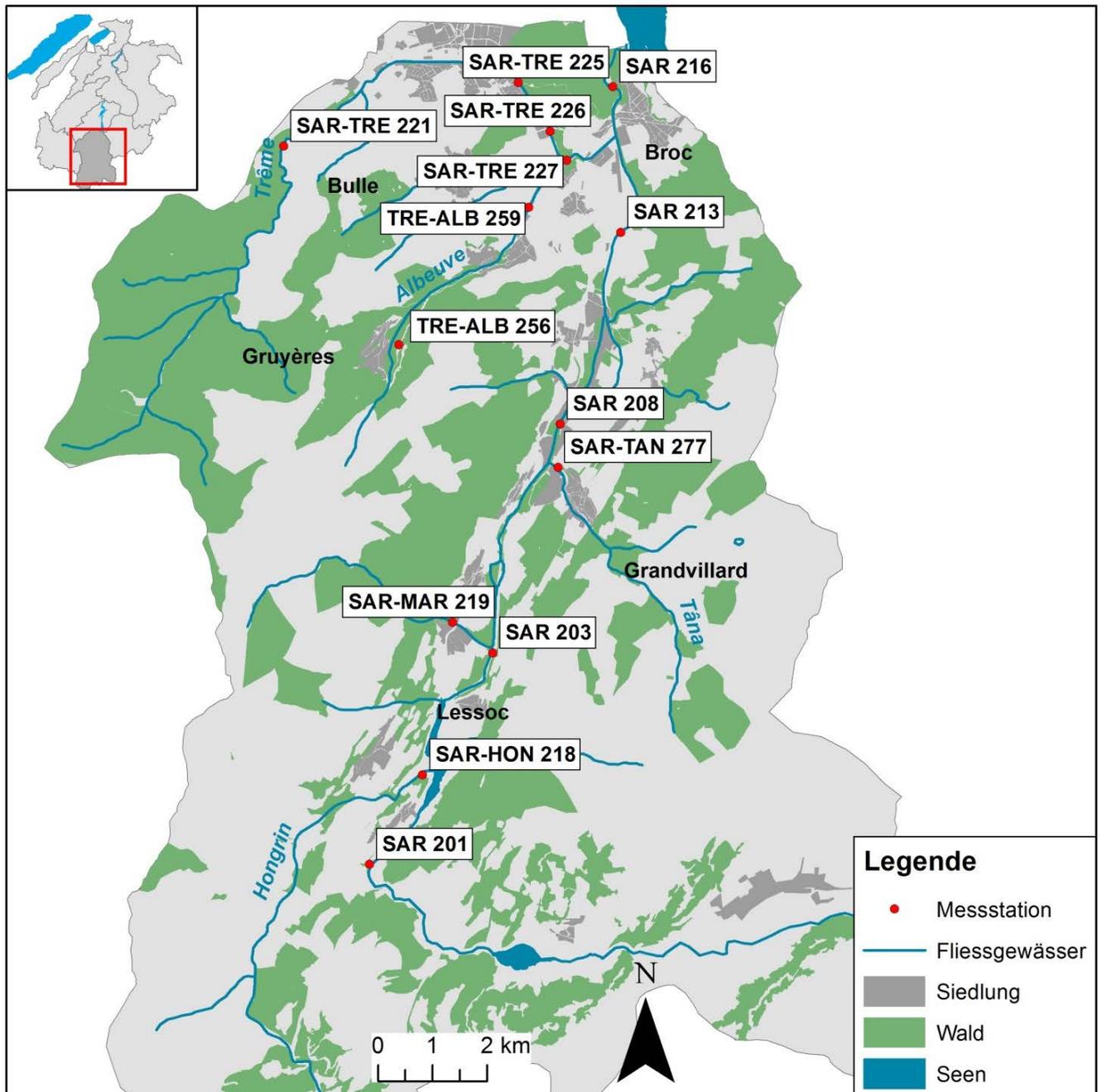


Abbildung 1: Einzugsgebiet Obere Saane, mit Darstellung der Entnahmestellen.

Die wesentlichen Beeinträchtigungen des Einzugsgebiets Obere Saane (Abbildung 1) waren 2009:

- > im Hauptlauf: hydrologisch-hydraulische Störungen, bedingt durch Wasserkraftanlagen, sowie ein oftmals unnatürlicher Wasserlauf;
- > in den Nebenflüssen: unnatürlicher Wasserlauf in einigen Abschnitten.

Zwischen 2009 und 2015 zeigt das Einzugsgebiet weder eine Veränderung bei der Abwasserentsorgung noch eine andere wesentliche Veränderung, mit Ausnahme der Sanierung der Einleitung einer Absetzgrube 2009 flussaufwärts der Messstation SAR 213. Es sei diesbezüglich darauf hingewiesen, dass die untersuchten Messstationen nicht durch Ausläufe der ARA beeinflusst wurden.

2015 ist auf keine festgestellte Verschmutzung hinzuweisen. Aus diesem Grund wurde kein „Strafpunkt“ zu den erzielten Mittelwerten addiert.

Die im GEP zur Verfügung stehenden Daten (AfU-Angaben) zeigten das Vorliegen von potenziell verschmutzenden Einleitungen:

- > industrielle Einleitungen, flussaufwärts der Messstation SAR-TAN 277;
- > eine KLARA, flussaufwärts der Messstation SAR-TRE 221;
- > fehlerhafte Anschlüsse (laufende Sanierung), flussaufwärts der Messstation SAR-TRE 227.

Die Ergebnisse der Gesamtbewertung zeigen, dass 2015 die Ziele bei allen Messstationen erreicht oder fast erreicht wurden (Tabelle 5). Bei zwei Stationen flussaufwärts der Trême wurden die Ziele nur „fast erreicht“, aufgrund des mit „mässiger Qualität“ bewerteten DOC. Die Herkunft dieses organischen Kohlenstoffs lässt sich jedoch nicht zweifelsfrei nachweisen. Die wahrscheinlichste Erklärung ist eine Kombination aus natürlichen Faktoren (Wald- und Feuchtgebiete flussaufwärts) und anthropogenen Faktoren (Weideflächen und KLARA flussaufwärts).

Die Wasserqualität erweist sich also im gesamten Einzugsgebiet als sehr gut, wie es die chemisch-physikalischen Ergebnisse und die Kieselalgenindizes belegen. Die gesamte Umweltqualität, begünstigt durch eine gute Wasserqualität und naturgemäss günstige Bedingungen, erweist sich im gesamten Einzugsgebiet als gut, wie es die IBCH belegen. Dennoch können durch die Felderhebungen (insbesondere Ökomorphologie und „Äusserer Aspekt“) und die Kenntnis anthropogener Einflüsse Beeinträchtigungen festgestellt werden, die sich nur in sehr geringem Umfang in den für die Gesamtbewertung verwendeten Indizes widerspiegeln.

- > Im Hauptlauf der Oberen Saane beeinträchtigen die starken Abflussschwankungen (Schwall und Sunk) durch die Wasserturbinierung am Staudamm von Lessoc (Auswirkungen ab SAR 203) die Umwelt: An den Messstationen SAR 203 und SAR 208, mit Einschnitten am Ufer im Bereich der SAR 203, wurde ein Materialdefizit in der Gewässersohle aufgrund eines verringerten Geschiebetransports (durch Staudamm zurückgehaltene Sedimente) festgestellt. Dadurch kommt es an diesen beiden Messstationen zu einer Kolmation von Substraten, die die Ansiedlung von Makrozoobenthos hemmt. Weiter flussabwärts, an den Messstationen SAR 213 und SAR 216, sind die Auswirkungen der Abflussschwankungen weniger klar ersichtlich. Es ist darauf hinzuweisen, dass die drei anderen, potenziell von den Auswirkungen von Wasserkraftwerken betroffenen Messstationen (SAR 201 und SAR-HON 218, in Restwasserstrecken gelegen, Staudamm Rossinière bzw. Hongrin flussaufwärts; SAR-TAN 227, in einem Abschnitt mit mässigen Abflussschwankungen bedingt durch das Kleinwasserkraftwerk von Ste-Anne flussaufwärts gelegen, laut kantonaler Renaturierungsplanung keine Sanierung erforderlich) keine ernsthaften Beeinträchtigungen aufwiesen. Mit einer IBCH-Bewertung von 19/20 im September 2015 könnte die Messstation SAR 201 sogar den Referenzzustand des Einzugsgebiets repräsentieren.
- > In einem grossen Teil des untersuchten Abschnitts wurden die Ufer durch Steinverbauungen stabilisiert (SAR-MAR 219, SAR 208, SAR 213, SAR-TRE 225, TRE-ALB 256, SAR-TRE 227, SAR 216). Zudem wurde die Gewässersohle teilweise durch künstliche Schwellen, insbesondere im Bereich der Nebenflüsse (SAR-MAR 219, SAR-TRE 225, TRE-ALB 256, SAR-TRE 227), stabilisiert. Diese Verbauungen schränken die natürliche Dynamik ein, fördern die Kolmation und verschlechtern so die Qualität der betroffenen Abschnitte.

Die Analyse der Qualitätsentwicklung zwischen 2009 und 2015 zeigt eine tendenzielle Verbesserung der Umweltqualität (IBCH), insbesondere im Bereich der Trême (Tabelle 5). Es sei darauf hingewiesen, dass bei keiner Messstation eine Verschlechterung des IBCH gemessen wurde. Die Ergebnisse der chemisch-physikalischen

Erhebungen zeigen einen Status quo. Die an der Trême verzeichnete leichte Abnahme hängt ausschliesslich mit dem Vorliegen eines mit „mässiger Qualität“ bewerteten DOC zusammen, dessen Herkunft nicht zweifelsfrei nachgewiesen ist (siehe oben). Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass der Vergleich chemisch-physikalischer Ergebnisse mit der vorherigen Messkampagne aufgrund der Entwicklung der Methodik schwierig ist (siehe Hinweis, Kap. 4).

Tabelle 5: Obere Saane – Gesamtbilanz der an den Messstationen zwischen 2009 und 2015 aufgezeichneten Entwicklung (IBCH und chemisch-physikalisch) und Grad der Erreichung der gesetzlichen Zielvorgaben 2015 (IBCH, DI-CH, Äusserer Aspekt, chemisch-physikalisch, Pestizide)

Messstation	Entwicklung 2009 - 2015	Ziele 2015
SAR 201	Status quo	erreicht
SAR-HON 218	Status quo	erreicht
SAR 203	Verbesserung IBCH	erreicht
SAR-MAR 219	Status quo	erreicht
SAR-TAN 277	Status quo	erreicht
SAR 208	Status quo	erreicht
SAR 213	Status quo	erreicht
SAR-TRE 221	Verbesserung IBCH, leichte Abnahme P.-C.	fast erreicht
SAR-TRE 225	Verbesserung IBCH, leichte Abnahme P.-C.	fast erreicht
TRE-ALB 256	Status quo	erreicht
TRE-ALB 259	Verbesserung IBCH	erreicht
SAR-TRE 227	Verbesserung IBCH	erreicht
SAR 216	leichte Zunahme P.-C.	erreicht

Erinnerung: Sämtliche Vergleiche IBCH/DI-CH/chemisch-physikalisch in den Messstationen 2015 der Oberen Saane stimmen geographisch überein, mit Ausnahme von:

SAR-TRE 225 (IBCH, DI-CH) → SAR-TRE 226 (chemisch-physikalisch).

Beim Vergleich 2009-2015 wurden folgende Übereinstimmungen berücksichtigt:

SAR-TRE 226 (chemisch-physikalisch 2009/2015) → SAR-TRE 225 (IBCH, DI-CH 2015).

Die wesentlichen Verbesserungsmöglichkeiten sind:

- > Massnahmen zur Begrenzung der Auswirkungen der Abflussschwankungen (Schwall und Sunk) am Hauptlauf der Oberen Saane (siehe kantonale Planung), insbesondere im flussaufwärts gelegenen Abschnitt (direkt flussabwärts des Staudamms von Lessoc);
- > Erhalt der minimalen Wassermenge in den Restwasserstrecken sowie in den von Schwall und Sunk betroffenen Abschnitten;
- > Kontrolle privater Abwasserreinigungsanlagen (KLARA) und Sanierung fehlerhafter Anschlüsse (Trême);
- > Einführung von Pufferstreifen (6 m, linkes und rechtes Ufer; Saane).

Die Verbesserungsmöglichkeiten auf der Ebene jeder einzelnen Messstation sind im Datenblatt genauer erläutert.

5.2 Sionge

Zur Erinnerung: 7 Messstationen wurden auf IBCH untersucht, bei 2 wurden Kieselalgen entnommen und 5 wurden aus chemisch-physikalischer Sicht überprüft.

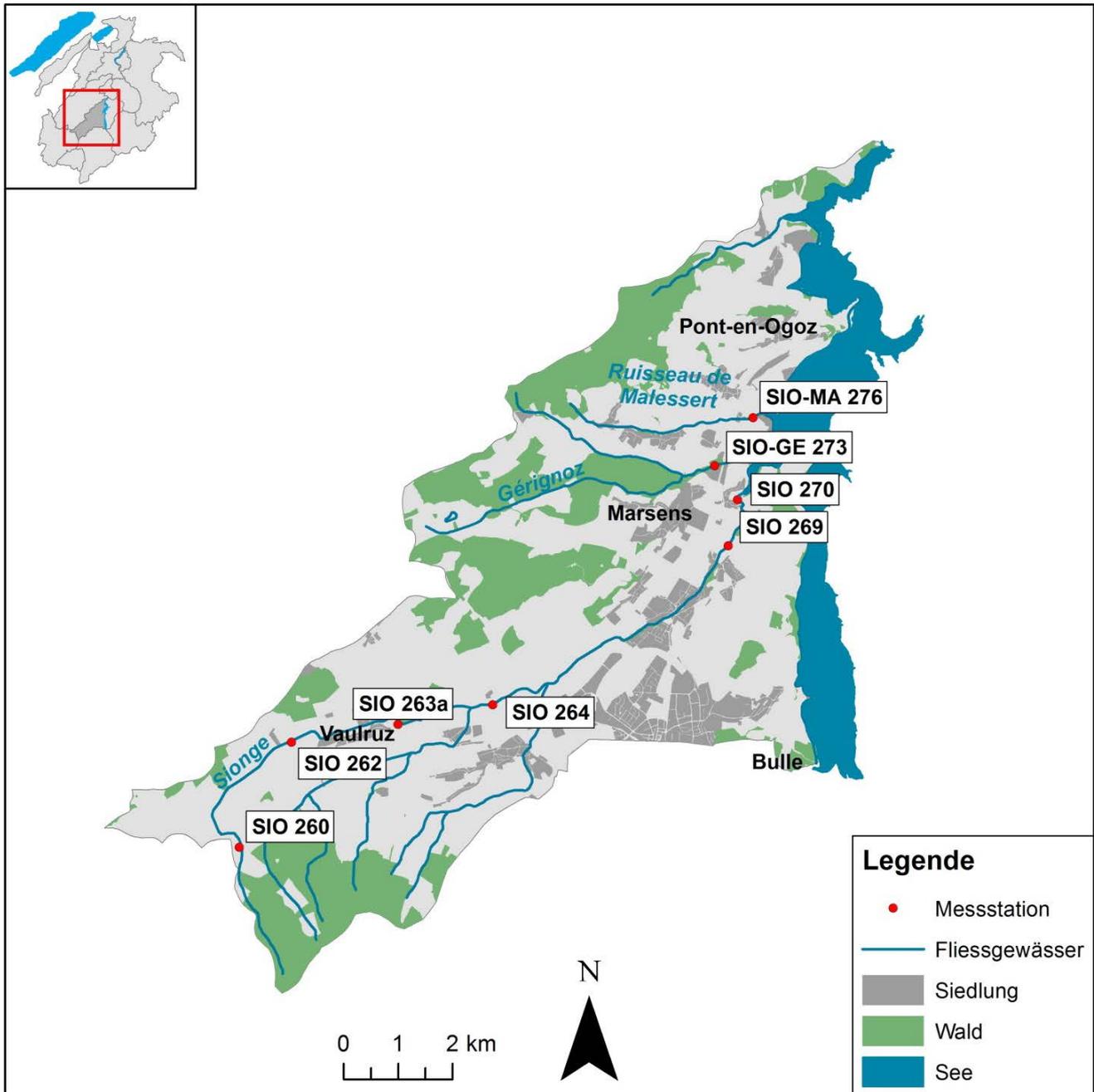


Abbildung 2: Einzugsgebiet Sionge, mit Darstellung der Entnahmestellen.

Die wesentlichen Beeinträchtigungen des Einzugsgebiets der Sionge (Abbildung 2) waren 2008 eine zu hohe organische Gesamtbelastung sowie punktuelle verschmutzende Einleitungen (Molkerei-Einleitungen, RÜ). Die teilweise mässigen biologischen Ergebnisse wurden in Relation gesetzt mit der organischen Belastung, den verschmutzenden Einleitungen sowie den ökomorphologischen Defiziten in einigen Abschnitten.

Zwischen 2009 und 2015 zeigt das Einzugsgebiet weder eine Veränderung bei der Abwasserentsorgung noch eine andere wesentliche Veränderung. Es sei diesbezüglich darauf hingewiesen, dass die untersuchten Messstationen nicht durch ARA-Ausläufe beeinflusst werden.

2015 ist auf keine festgestellte Verschmutzung hinzuweisen. Aus diesem Grund wurde kein „Strafpunkt“ zu den erzielten Mittelwerten addiert.

Die im GEP zur Verfügung stehenden Daten (AfU-Angaben) und die Felderhebungen zeigten das Vorliegen potenziell verschmutzenden Einleitungen:

- > industrielle Einleitungen, flussaufwärts der Messstation SIO 262, SIO 263a und SIO-MA 276;
- > ein RÜ mit Funktionsstörungen, flussaufwärts von SIO 269 (bereits 2008 flussaufwärts von SIO 268 festgestellt);
- > ein RÜ mit potenziellen Funktionsstörungen, flussaufwärts der Messstation SIO-MA 276.
- > Die Ergebnisse der Gesamtbewertung zeigen, dass 2015 im Einzugsgebiet der Sionge alle Ziele fast erreicht wurden (Tabelle 6). Die Ergebnisse der chemisch-physikalischen Analysen belegen jedoch einen Überschuss an organischem Kohlenstoff (DOC) an allen untersuchten Messstationen. Zudem wurde eine zu hohe Phosphorkonzentration im B. Malessert (SIO-MA 276) festgestellt. Das Vorhandensein von Kohlenstoff lässt eine diffuse Verschmutzung landwirtschaftlichen Ursprungs vermuten, zumindest ein Teil dieses Kohlenstoffs ist jedoch vermutlich natürlichen Ursprungs (insbesondere SIO 260, SIO 262, SIO-GE 273). Zu beachten ist, dass auch die Kupferkonzentration an drei von fünf Messstationen ziemlich hoch ist („unbefriedigende Qualität“ an SIO 270 und SIO-MA 276 sowie „mässige Qualität“ an SIO 264 gemäss der durch das AfU entwickelten Methodik). Die WC-Papier-Flocken in einigen Entnahmen (SIO 269 und SIO 270) stammen a priori aus dem RÜ flussaufwärts der Messstation SIO 269. Eine Station liegt in einem Abschnitt mit Uferverbauungen (SIO 262), Ufer und Gewässersohle im Abschnitt einer zweiten Station wurden durch Steinverbauungen und Schwellen stabilisiert.

Die Analyse der Qualitätsentwicklung zwischen 2008 und 2015 (Tabelle 6) zeigt eine tendenzielle Verbesserung der Umweltqualität (IBCH), mit Ausnahme der Messstation flussabwärts der Sionge (SIO 270), die eine leichte Abnahme aufgrund der Bewertung „mässige Qualität“ im September 2015 aufweist. Die chemisch-physikalischen Ergebnisse zeigen hingegen eine leichte Abnahme der Wasserqualität an allen Messstationen, mit Ausnahme der SIO-GE 273, die eine leichte Verbesserung aufweist. Durch die gestiegenen DOC- (Hauptlauf der Sionge) und Orthophosphatkonzentrationen (B. Malessert) lässt sich diese Tendenz erklären. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass der Vergleich chemisch-physikalischer Ergebnisse mit der vorherigen Messkampagne aufgrund der Entwicklung der Methodik schwierig ist (siehe Hinweis, Kap. 4).

Tabelle 6: Sionge – Gesamtbilanz der an den Messstationen zwischen 2008 und 2015 aufgezeichneten Entwicklung (IBCH und chemisch-physikalisch) und Grad der Erreichung der gesetzlichen Zielvorgaben 2015 (IBCH, DI-CH, Äusserer Aspekt, chemisch-physikalisch, Pestizide)

Messstation	Entwicklung 2008 - 2015	Ziele 2015
SIO 260	leichte Abnahme P.-C.	fast erreicht
SIO 262	-	fast erreicht
SIO 263a	Status quo	erreicht
SIO 264	Verbesserung IBCH, leichte Abnahme P.-C.	fast erreicht
SIO 269	Verbesserung IBCH	fast erreicht
SIO 270	leichte Abnahme IBCH und P.-C.	fast erreicht
SIO-GE 273	leichte Zunahme P.-C.	fast erreicht
SIO-MA 276	Verbesserung IBCH, leichte Abnahme P.-C.	fast erreicht

Erinnerung: Sämtliche Vergleiche IBCH/DI-CH/chemisch-physikalisch in den Messstationen 2015 der Sionge stimmen geographisch überein.

Beim Vergleich 2008-2015 wurden folgende Übereinstimmungen berücksichtigt:
SIO 267b (chemisch-physikalisch 2008) → SIO 269 (IBCH, DI-CH 2015).

Die wesentlichen Verbesserungsmöglichkeiten sind:

- > Kontrolle der industriellen Einleitungen und Sanierung (Sionge und B. Malessert);
- > Suche nach Funktionsstörungen von Anlagen (RÜ) und eventuellen anderen verschmutzenden Einleitungen (Sionge und B. Malessert);
- > Überwachung und Information der Landwirte.

Die Verbesserungsmöglichkeiten auf der Ebene jeder einzelnen Messstation sind im Datenblatt genauer erläutert.

5.3 Jaunbach

Zur Erinnerung: 10 Messstationen wurden auf IBCH untersucht, bei 1 wurden Kieselalgen entnommen und 6 wurden aus chemisch-physikalischer Sicht überprüft.

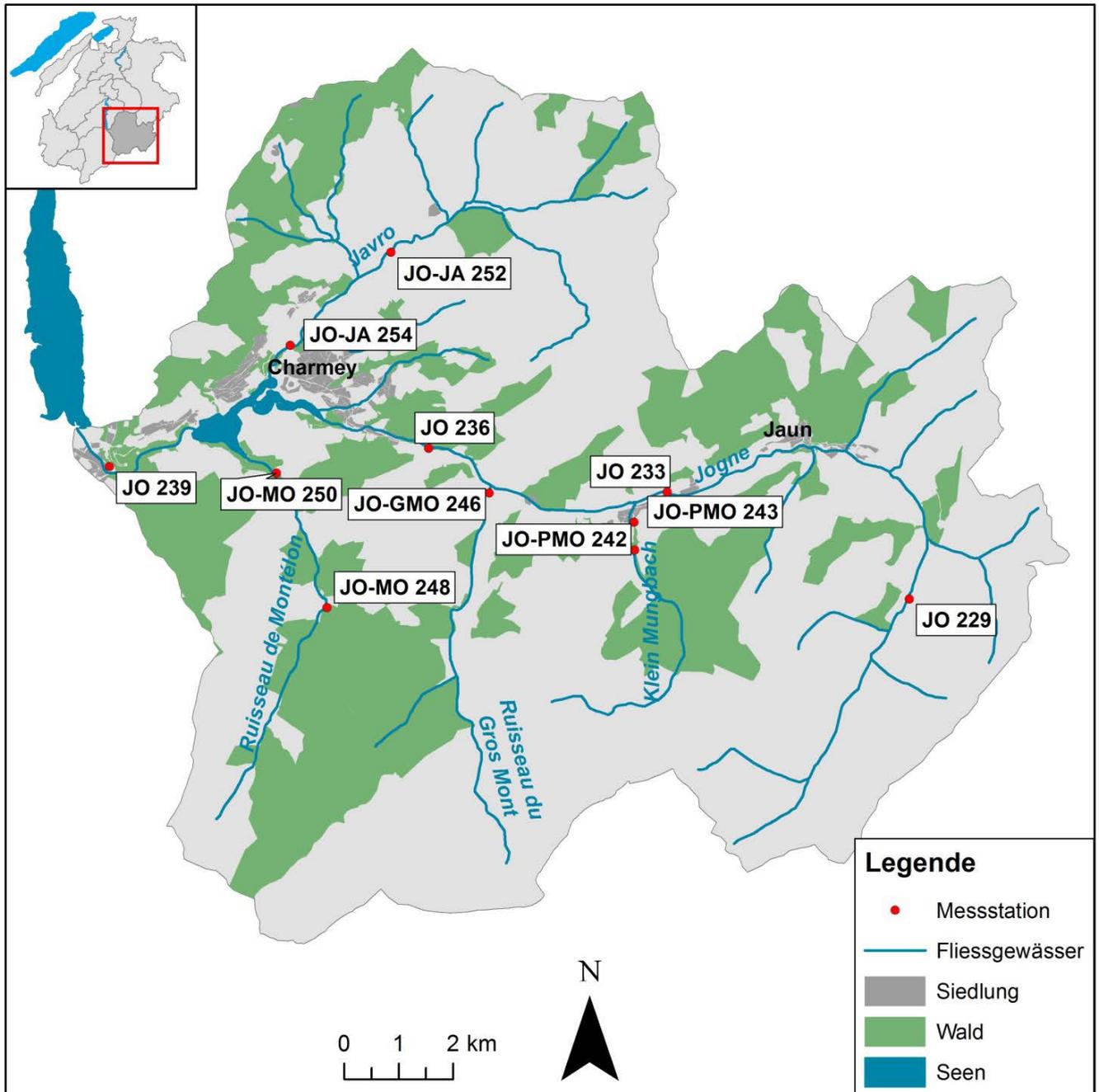


Abbildung 3: Einzugsgebiet Jaunbach, mit Darstellung der Entnahmestellen

Das Einzugsgebiet des Jaunbachs (Abbildung 3) wies 2008 keine ernsthafte Beeinträchtigung auf. Trotz des Vorliegens potenzieller Störungen (insbesondere hydrologisch-hydraulische Veränderungen bedingt durch Wasserkraftwerke sowie ein unnatürlicher Wasserlauf an einigen Abschnitten) wies der Grossteil der untersuchten Messstationen zufriedenstellende Ergebnisse auf.

Zwischen 2008 und 2015 zeigt das Einzugsgebiet weder eine Veränderung bei der Abwasserentsorgung noch eine andere wesentliche Veränderung. Es sei diesbezüglich darauf hingewiesen, dass die untersuchten Messstationen nicht direkt durch ARA-Ausläufe beeinflusst werden, da sich die Ableitung der ARA von Charmey flussaufwärts des Lac de Montsalvens befindet, was zu einer starken Verwässerung der Ausläufe im See führt, ein gutes Stück flussaufwärts der Messstation JO 239.

2015 ist auf keine festgestellte Verschmutzung hinzuweisen. Aus diesem Grund wurde kein „Strafpunkt“ zu den erzielten Mittelwerten addiert.

Die im GEP zur Verfügung stehenden Daten (AfU-Angaben) zeigten dennoch das Vorliegen von potenziell verschmutzenden Einleitungen:

- > ein RÜ sowie ein Entwässerungssystem hauptsächlich als einheitliches System, flussaufwärts der Messstation JO-JA 254.

Die Ergebnisse der Gesamtbewertung zeigen, dass 2015 die Ziele bei allen Messstationen erreicht oder fast erreicht wurden (Tabelle 7). Die Wasserqualität erweist sich im gesamten Einzugsgebiet als sehr gut, wie es die chemisch-physikalischen Ergebnisse und die Kieselalgenindizes belegen. Auch die Umweltqualität (IBCH) ist im gesamten Einzugsgebiet gut. Zu beachten ist jedoch, dass ein relativer grosser Teil des untersuchten Abschnitts durch Steinverbauungen stabilisierte Ufer enthält (JO 233, JO-GMO 246, JO 236). Diese Verstärkungen führen im Allgemeinen zu einem geradlinigen Lauf, einer eingeschränkten natürlichen Dynamik sowie einer verstärkten Kolmation.

Nur die Messstation flussabwärts des Jaunbachs (JO 239) weist „fast erreichte“ Ziele auf, aufgrund eines im September 2015 mit „mässiger Qualität“ bewerteten IBCH. Diese Messstation wies zwei wesentliche anthropogene Beeinträchtigungen auf:

- > Durch die direkt flussaufwärts der Messstation gelegene Schwelle, verbaut zur (gelegentlich genutzten) Wasserentnahme durch die Schokoladenfabrik, entsteht ein Gebiet, in dem sich bei jedem Wasseranstieg (Entleerung des Staudamms) Sedimente ablagern und regelmässige Massnahmen im Bereich der Gewässersohle erforderlich sind (fast jedes Jahr). Ein solcher Eingriff erfolgte am 04. und 07.09.2015 (bestätigt durch sd ingénierie Fribourg), das heisst rund zwanzig Tage vor den IBCH-Erhebungen im September.
- > Eine illegale Müllabladung (insbesondere Baumaterial) wurde am LU festgestellt. Das Material findet sich sogar in der Gewässersohle wieder.
- > An dieser Messstation führen diese Beeinträchtigungen zu chronischen Störungen und einem Ungleichgewicht, insbesondere im Bereich Substrate. Ein Plan zur Verwaltung der Massnahmen im Bereich Gewässersohle bei Austragungen sowie die Beseitigung der Abfälle am linken Ufer (Reinigung) sind wünschenswert. Die Wiederherstellung einer natürlicheren Gewässersohle durch die Wiederauffüllung mit Materialien unterschiedlicher Partikelgrösse (insbesondere Kies und Schottersteine) könnte eine wirksame zusätzliche Massnahme darstellen.
- > Die Analyse der Qualitätsentwicklung zwischen 2008 und 2015 zeigt einen Status quo im Bereich Umweltqualität (IBCH), mit Verbesserungen an einigen Nebenflüssen (Tabelle 7); die einzige Ausnahme bildet eine leichte IBCH-Abnahme an der Messstation flussabwärts des Jaunbachs (siehe oben). Die Ergebnisse der chemisch-physikalischen Erhebungen zeigen einen Status quo.

Tabelle 7: Jaunbach – Gesamtbilanz der an den Messstationen zwischen 2008 und 2015 aufgezeichneten Entwicklung (IBCH und chemisch-physikalisch) und Grad der Erreichung der gesetzlichen Zielvorgaben 2015 (IBCH, DI-CH, Äusserer Aspekt, chemisch-physikalisch, Pestizide)

Messstation	Entwicklung 2008 - 2015	Ziele 2015	
JO 229	Status quo	erreicht	
JO 233	Status quo	erreicht	
JO-PMO 242	Verbesserung IBCH	erreicht	
JO-GMO 246	Status quo	erreicht	
JO 236	Status quo	erreicht	
JO-JA 252	Verbesserung IBCH	erreicht	
JO-JA 254	Status quo	erreicht	
JO-MO 248	Status quo	erreicht	
JO-MO 250	Status quo	erreicht	
JO 239	leichte Abnahme IBCH	fast erreicht	

Erinnerung: Sämtliche Vergleiche IBCH/DI-CH/chemisch-physikalisch in den Messstationen 2015 des Jaunbachs stimmen geographisch überein, mit Ausnahme von:

JO-PMO 242 (IBCH) → JO-PMO 243 (chemisch-physikalisch).

Beim Vergleich 2008-2015 wurden folgende Übereinstimmungen berücksichtigt:

JO-PMO 243 (chemisch-physikalisch 2008/2015) → JO-PMO 242 (IBCH 2015);

JO 237 (chemisch-physikalisch 2008) → JO 236 (IBCH/chemisch-physikalisch 2015);

JO-JA 251 (chemisch-physikalisch 2008) → JO-JA 252 (IBCH 2015);

JO-MO 247 (chemisch-physikalisch 2008) → JO-MO 248 (IBCH 2015).

Die wesentlichen Verbesserungsmöglichkeiten sind:

- > Plan zur Verwaltung der Eingriffe im Bereich direkt flussaufwärts der Messstation JO 239 zur Minimierung der Auswirkungen der Massnahmen im Bereich Gewässersohle;
- > Abfallentsorgung (Reinigung) am LU an der Messstation JO 239 mit eventueller Restrukturierung der Gewässersohle.

Die Verbesserungsmöglichkeiten auf der Ebene jeder einzelnen Messstation sind im Datenblatt genauer erläutert.

5.4 Serbache

Zur Erinnerung: 5 Messstationen wurden auf IBCH untersucht, bei 1 wurden Kieselalgen entnommen und 5 wurden aus chemisch-physikalischer Sicht überprüft.

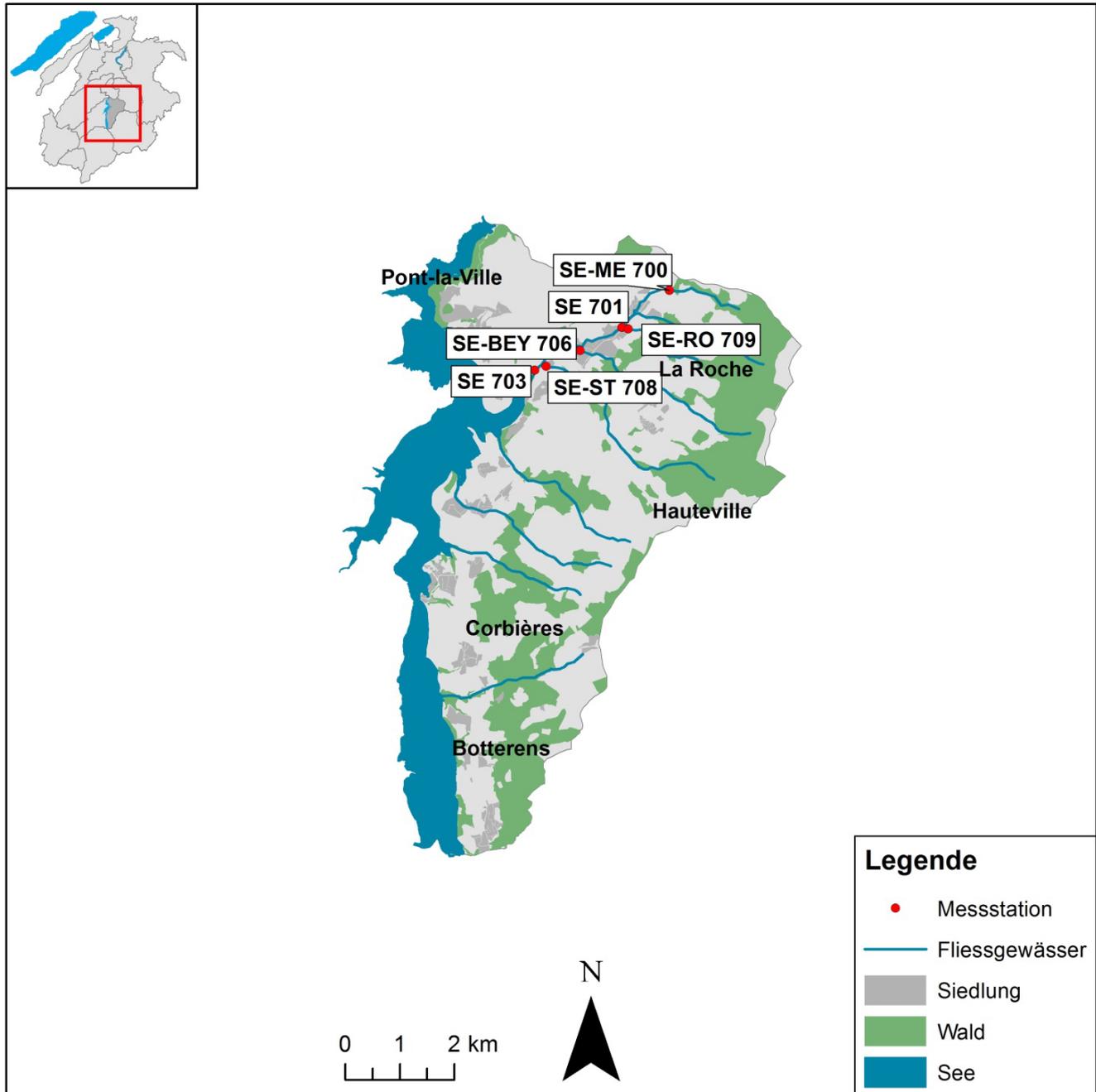


Abbildung 4: Einzugsgebiet Serbache, mit Darstellung der Entnahmestellen

Das Einzugsgebiet der Serbache (Abbildung 4) wies 2008 keine ernsthafte Beeinträchtigung auf. Die mässigen biologischen Ergebnisse an der Hälfte der untersuchten Messstationen wurden in Relation gesetzt mit potenziell verschmutzenden Einleitungen in Verbindung mit Klärgruben oder fehlerhaften Anschlüssen sowie mit dem unnatürlichen Wasserlauf an einigen Abschnitten.

Zwischen 2008 und 2015 zeigt das Einzugsgebiet weder eine Veränderung bei der Abwasserentsorgung noch eine andere wesentliche Veränderung. Es sei diesbezüglich darauf hingewiesen, dass die untersuchten Messstationen nicht durch Ausläufe der ARA beeinflusst wurden.

2015 ist auf keine festgestellte Verschmutzung hinzuweisen. Aus diesem Grund wurde kein „Strafpunkt“ zu den erzielten Mittelwerten addiert.

Die im GEP zur Verfügung stehenden Daten (AfU-Angaben) zeigten dennoch das Vorliegen von potenziell verschmutzenden Einleitungen:

- > eine KLARA, flussaufwärts der Messstation SE-ME 700;
- > eine industrielle Einleitung, flussaufwärts der Messstation SE 703.
- >
- > Die Ergebnisse der Gesamtbewertung zeigen, dass 2015 die Ziele bei allen Messstationen erreicht oder fast erreicht wurden (Tabelle 8), mit Ausnahme des B. Medzelennes (Messstation SE-ME 700). Die Wasserqualität erweist sich im gesamten Einzugsgebiet als allgemein gut, wie es die chemisch-physikalischen Ergebnisse und die Kieselalgenindizes belegen. Die Orthophosphatkonzentration ist jedoch punktuell zu hoch („mässige Qualität“ im B. Medzelennes), die Konzentration an organischem Kohlenstoff ist systematisch zu hoch. Dies lässt sich vermutlich durch eine Kombination natürlicher Faktoren (Waldgebiete) und anthropogener Faktoren (Landwirtschaft, KLARA und Klärgruben) flussaufwärts erklären. Zu beachten ist, dass auch die Kupferkonzentration an allen Messstationen ziemlich hoch ist („mässige Qualität“ gemäss der durch das AfU entwickelten Methodik). Die Umweltqualität, dargestellt durch den IBCH, erfüllt stets die gesetzlichen Anforderungen („gute Qualität“), mit Ausnahme des B. Bey (Messstation SE-BEY 706; im September 2015 mit „mässiger Qualität“ bewertet).
- > Die Analyse der Qualitätsentwicklung zwischen 2008 und 2015 (Tabelle 8) zeigt eine deutliche Verbesserung der Umweltqualität (IBCH), mit Ausnahme des B. Roches (Messstation SE-RO 709), der einen Status quo zeigt. Die chemisch-physikalischen Ergebnisse zeigen hingegen eine tendenzielle Abnahme der Wasserqualität an allen Messstationen, verbunden mit einer gestiegenen DOC-Konzentration. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass der Vergleich Chemisch-physikalischer Ergebnisse mit der vorherigen Messkampagne aufgrund der Entwicklung der Methodik schwierig ist (siehe Hinweis, Kap. 4).

Tabelle 8: Serbache – Gesamtbilanz der an den Messstationen zwischen 2008 und 2015 aufgezeichneten Entwicklung (IBCH und chemisch-physikalisch) und Grad der Erreichung der gesetzlichen Zielvorgaben 2015 (IBCH, DI-CH, Äusserer Aspekt, chemisch-physikalisch, Pestizide)

Messstation	Entwicklung 2008 - 2015	Ziele 2015
SE-ME 700	leichte Abnahme P.-C.	nicht erreicht
SE-RO 709	Status quo	erreicht
SE 701	Verbesserung IBCH, leichte Abnahme P.-C.	fast erreicht
SE-BEY 706	leichte Zunahme IBCH	fast erreicht
SE-ST 708	Verbesserung IBCH	fast erreicht
SE 703	Verbesserung IBCH, leichte Abnahme P.-C.	fast erreicht

Erinnerung: Sämtliche Vergleiche IBCH/DI-CH/chemisch-physikalisch in den Messstationen 2015 der Serbache stimmen geographisch überein.

Beim Vergleich 2008-2015 wurden folgende Übereinstimmungen berücksichtigt:

SE-BEY 705 (chemisch-physikalisch 2008) → SE-BEY 706 (IBCH/chemisch-physikalisch 2015);

SE-ST 707 (chemisch-physikalisch 2008) → SE-ST 708 (IBCH/chemisch-physikalisch 2015).

Die wesentlichen Verbesserungsmöglichkeiten sind:

- > Kontrolle der industriellen Einleitungen und Sanierung (Serbache flussabwärts);
- > Kontrolle privater Abwasserreinigungsanlagen (KLARA und Klärgruben; Serbache und B. Medzelennes);
- > Überwachung und Information der Landwirte.

Die Verbesserungsmöglichkeiten auf der Ebene jeder einzelnen Messstation sind im Datenblatt genauer erläutert.

6 Schlussfolgerung

Die Messkampagne 2015 erstellt eine Bilanz der Qualität der vier Einzugsgebiete (Obere Saane, Sionge, Jaunbach und Serbache) und bewertet ihre Entwicklung seit den letzten Untersuchungen (2008 für Sionge, Jaunbach und Serbache, 2009 für Obere Saane).

- > **Die Wasserqualität der Oberen Saane und ihrer Nebenflüsse ist sehr gut und erfüllt stets die gesetzlichen Anforderungen, mit Ausnahme von zwei Messstationen flussaufwärts der Trême**, die eine leicht über den gesetzlichen Anforderungen liegende DOC-Konzentration aufweisen. Grund dafür ist vermutlich eine Kombination aus natürlichen und anthropogenen Faktoren. Obwohl die Umweltqualität der Oberen Saane und ihrer Nebenflüsse mit IBCH-Bewertungen von gut bis sehr gut stets die gesetzlichen Zielvorgaben erfüllt, wurden wesentliche Beeinträchtigungen festgestellt: Am Hauptlauf verursachen die starken Abflussschwankungen (Schwall und Sunk) durch die Wasserturbinierung am Staudamm von Lessoc Materialverluste in der Gewässersohle mit einer Kolmation von Substraten sowie gelegentlich Uferereinschnitte. Diese Beeinträchtigungen sind sehr deutlich an den beiden Stationen direkt flussabwärts des Staudamms zu erkennen und nehmen im weiteren Verlauf allmählich ab. Die Stabilisierung zahlreicher Abschnitte (insbesondere im Bereich der Nebenflüsse) durch Steinverbauungen und/oder Schwellen verringert die natürliche Dynamik deutlich und begünstigt auch die Kolmation von Substraten. Die Umweltqualität, dargestellt durch den IBCH, zeigt eine tendenzielle Verbesserung zwischen 2009 und 2015, insbesondere im Bereich der Trême. Die chemisch-physikalische Qualität des Wassers bleibt insgesamt stabil.
- > **An der Sionge und ihren Nebenflüssen weist die Wasserqualität nahezu durchweg einen DOC-Überschuss mit stellenweise zu hoher Phosphorkonzentration (Bach Malessert) auf.** Das Vorhandensein von Kohlenstoff lässt eine potentielle diffuse Verschmutzung landwirtschaftlichen Ursprungs vermuten, zumindest ein Teil dieses Kohlenstoffs ist jedoch vermutlich natürlichen Ursprungs. Die Konzentration von Kupfer erscheint an den meisten Messstationen ebenfalls relativ hoch. Die WC-Papier-Flocken in einigen Entnahmen stammen a priori aus dem RÜ flussaufwärts der Messstation SIO 269. Die gesamte Umweltqualität, dargestellt durch den IBCH, erfüllt die gesetzlichen Zielvorgaben (gute Qualität). Die einzige Ausnahme bildet die am weitesten flussabwärts gelegene Messstation, bedingt durch die Verschlechterung des biologischer Index zwischen den beiden Messkampagnen. Dies könnte an einer Schadstoffzufuhr oder einem natürlichen Überschuss an organischem Material (TOC und DOC waren im August und September sehr hoch) liegen. Die Analyse der Qualitätsentwicklung zwischen 2008 und 2015 zeigt eine tendenzielle Verbesserung der Umweltqualität, mit Ausnahme der Messstation flussabwärts der Sionge, bedingt durch die im September festgestellte Veränderung. Die chemisch-physikalisch Ergebnisse zeigen hingegen eine leichte Abnahme der Wasserqualität an fast allen Messstationen, verbunden mit den gestiegenen DOC-Konzentrationen.
- > **Der Jaunbach und seine Nebenflüsse weisen eine gute bis sehr gute Wasser- und Umweltqualität auf und erfüllen so die gesetzlichen Zielvorgaben, mit Ausnahme der flussabwärts gelegenen Messstation** (IBCH mit „mässiger Qualität“ im September 2015). Aufgrund der Schwelle, durch die sich direkt flussabwärts der Messstation Material ablagert, ist dieser Abschnitt regelmässig zu reinigen, was zu punktuellen chronischen Störungen führt. Diese Massnahmen implizieren eine Neugestaltung der Gewässersohle, die die Zusammensetzung der Substrate im flussabwärts gelegenen Abschnitt nachhaltig aus dem Gleichgewicht bringt und zu einem Zufluss von SS führt, der der Gewässerfauna schadet. Zudem wurden zahlreiche Baumaterialien am LU abgeladen, wodurch sich die Veränderung der Substrate noch verstärkt. Ein grosser Teil des Laufs des Jaunbachs und einiger Nebenflüsse wurde stabilisiert (Steinverbauungen). Dies führt zu einem geradlinigen Lauf, einer eingeschränkten natürlichen Dynamik sowie einer verstärkten Kolmation. Die Analyse der Qualitätsentwicklung zwischen 2008 und 2015 zeigt insgesamt einen Status quo, mit leichten Verbesserungen (einige Nebenflüsse) oder punktueller Verschlechterung (Messstation flussabwärts) des IBCH.
- > **Die Wasserqualität erweist sich im gesamten Einzugsgebiet der Serbache als allgemein gut. Die Konzentration an organischem Kohlenstoff ist jedoch an allen Messstationen zu hoch**, was sich vermutlich

durch eine Kombination natürlicher Faktoren (Waldgebiete) und anthropogener Faktoren (Landwirtschaft, KLARA und Klärgruben) flussaufwärts sowie eine punktuell zu hohe Orthophosphatkonzentration (B. Medzeleennes) erklären lässt. Die Konzentration von Kupfer erscheint an sämtlichen Messstationen ebenfalls relativ hoch. Die Umweltqualität, dargestellt durch den IBCH, erfüllt die gesetzlichen Zielvorgaben, mit Ausnahme des B. Bey, im September 2015 mit „mässiger Qualität“ bewertet. Die Qualitätsentwicklung zwischen 2008 und 2015 zeigt zwar eine insgesamt Verbesserung der Umweltqualität (IBCH), aber auch eine tendenzielle Abnahme der Wasserqualität (chemisch-physikalisch). Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass diese chemisch-physikalischen Vergleiche aufgrund der Entwicklung der Methodik nicht besonders aussagekräftig sind.

Verbesserungsmöglichkeiten werden hier allgemein auf der Ebene des Einzugsgebiets aufgezeigt, jedoch für jede Messstation detaillierter in den Datenblättern präzisiert.

Dokument

—

Erstellt von Régine Bernard & Laurent Vuataz, Biol conseil, Sitten, für das Amt für Umwelt

Foto

—

Amt für Umwelt

Auskünfte

—

Amt für Umwelt AfU
Sektion Gewässerschutz

Impasse de la Colline 4, 1762 Givisiez

T +26 305 37 60, F +26 305 10 02
sen@fr.ch, www.fr.ch/wasser

Dezember 2017

A1 Abkürzungsverzeichnis

Die in den Blättern und dem Begleitdokument verwendeten Abkürzungen werden nachstehend erläutert.

Deutsch		Französisch
RWB:	Regenwasserbecken	(BEP bassin d'eaux pluviales)
EzG:	Einzugsgebiet	(BV bassin versant)
DI-CH:	Diatomeen Index Schweiz	(DI-CH indice diatomique suisse)
RÜ:	Regenüberlauf	(DO déversoir d'orage)
DOC:	gelöster organischer Kohlenstoff	(DOC carbone organique dissous)
AW:	Abwasser	(EU eaux usées)
IG:	Indikatorgruppe	(GI groupe indicateur)
IBCH:	Biologischer Index Schweiz	(IBCH Indice biologique suisse)
IBGN:	Biologischer Global Index	(IBGN Indice biologique global normalisé) (Frankreich)
SS:	Schwebstoffe	(MES matières en suspension)
Stufe F:	Stufe flächendeckend	(niveau R niveau région)
GEP:	Genereller Entwässerungsplan	(PGEE plan général d'évacuation des eaux)
Ptot:	Gesamtphosphor	(Ptot phosphore total)
B.:	Bach	(r. ruisseau)
RU:	rechtes Ufer	(RD rive droite)
LU:	linkes Ufer	(RG rive gauche)
MSK:	Modul-Stufen-Konzept	(SMG système modulaire gradué)
PS:	Pumpstation	(STAP station de pompage)
ARA:	Abwasserreinigungsanlage	(STEP station d'épuration)
KLARA:	Kleinkläranlage	
TOC:	gesamter organischer Kohlenstoff	(TOC carbone organique total)

A2 Bibliographie

- AFNOR, 2004. Qualité des eaux. Détermination de l'indice biologique global normalisé (IBGN). NF T90-350. Paris.
- BINDERHEIM E., GÖGGEL W., 2007. Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Äusserer Aspekt. Umwelt-Vollzug Nr. 0701. Bundesamt für Umwelt, Bern. 43 S.
- EAWAG, 2001. Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer in der Schweiz. Vorschläge zur Vorgehensweise im Modul Ökotoxikologie (nur auf Deutsch).
- ETEC, 2005. Etude de l'état sanitaire des cours d'eau du canton de Fribourg. Rapport méthodologique 2004. Amt für Umwelt des Kantons Freiburg.
- ETEC, 2009a. Etude de l'état sanitaire des cours d'eau du canton de Fribourg. La Sionge (campagne 2008). Amt für Umwelt des Kantons Freiburg.
- ETEC, 2009b. Etude de l'état sanitaire des cours d'eau du canton de Fribourg. La Jogne (campagne 2008). Amt für Umwelt des Kantons Freiburg.
- ETEC, 2009c. Etude de l'état sanitaire des cours d'eau du canton de Fribourg. La Serbache (campagne 2008). Amt für Umwelt des Kantons Freiburg.
- ETEC, 2010. Etude de l'état sanitaire des cours d'eau du canton de Fribourg. La Haute Sarine (campagne 2009). Amt für Umwelt des Kantons Freiburg.
- ETEC, 2011. Proposition de programme pour l'étude de l'état sanitaire des cours d'eau du canton de Fribourg à partir de 2011 : note explicative du monitoring. Aktualisierte Version 2014. Amt für Umwelt des Kantons Freiburg.
- HÜRLIMANN J., NIEDERHAUSER P., 2007. Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer: Kieselalgen Stufe F (flächendeckend). Umwelt-Vollzug Nr. 0740. Bundesamt für Umwelt, Bern. 130 S.
- LIECHTI P., 2010. Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Chemisch-physikalische Erhebungen, Nährstoffe. Umwelt-Vollzug Nr. 1005. Bundesamt für Umwelt, Bern. 44 S.
- NOËL F., FASEL D., 1985. Etude de l'état sanitaire des cours d'eau du canton de Fribourg. Bull. Soc. Frib. Sc. Nat. - Band 74 1/2/3 S. 1-332.
- BAFU, 2010. Méthode d'analyse et d'appréciation des cours d'eau suisse. Synthèse des évaluations au niveau R (région). Projekt, Juni 2010.
- PhycoEco, 2016. Programme rivières 2015. La Haute-Sarine, la Jogne, la Sionge et la Serbache. Examen des populations de diatomées (Bacillariophyceae) épilithiques dans la Haute-Sarine (6 stations), la Jogne (1 station), la Sionge (2 stations) et la Serbache (1 station). Diagnostic de l'état de santé biologique des eaux. Amt für Umwelt des Kantons Freiburg.
- AfU, 2013. Traitement des données pesticides. Règle de calcul (note). Amt für Umwelt des Kantons Freiburg.
- STUCKI P., 2010. Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Makrozoobenthos – Stufe F. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1026. 61 S.